

**High-strength high-impact toughness bearing steel and its heat treatment process**

(2)

**Publication number:** CN1380435**Publication date:** 2002-11-20**Inventor:** DONG XICHANG (CN); DONG YUANYU (CN); DONG FENGYU (CN)**Applicant:** DONG YUANYU (CN)**Classification:**

- International: C22C38/24; C22C38/24; (IPC1-7): C22C38/24

- European:

**Application number:** CN20021009721 20020524**Priority number(s):** CN20021009721 20020524**Also published as:**

CN1142308C (C)

[Report a data error here](#)**Abstract of CN1380435**

The chemical composition of said invented high-strength high impact toughness bearing steel contains: C 0.6-1.0, Si 0.7-1.8, Mn 0.3-0.85, Cr 0.1-1.9, Mo 0.15-0.8, V 0.15-0.6, W, 0.1-0.6, rare earth 0.01-0.20, S is less than or equal to 0.25, P is less than or equal to 0.025 and the rest is Fe and inevitable impurity. Said invention adopts a simple high-frequency surface quenching process, and can attain the performance requirements of bearings used in the roll mill, railway machines, petroleum machines and mine machines under the condition of large load and heavy impact.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

C22C 38/24

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02109721.6

[43] 公开日 2002 年 11 月 20 日

[11] 公开号 CN 1380435A

[22] 申请日 2002.5.24 [21] 申请号 02109721.6

[71] 申请人 董元宇

地址 116300 辽宁省瓦房店市于屯街 25 号 501 室

[72] 发明人 董锡昌 董元宇 董锋宇 邹传海

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种高强度、高冲击韧性轴承钢及热处理工艺

[57] 摘要

一种高强度、高冲击韧性轴承钢及热处理工艺。属于钢的材料及其处理工艺技术领域，它的化学组份(按重量百分比)：C:0.6—1.0、Si:0.7—1.8、Mn:0.3—0.85、Cr:0.1—1.9、Mo:0.15—0.8、V:0.15—0.6、W:0.1—0.6、稀土:0.01—0.20、S:≤0.025、P≤0.025、其余除不可避免杂质外为 Fe。本发明直接采用高频表面淬火的简单处理工艺，即可达到大载荷、重冲击工况条件下运行的轧机，铁路、石油、矿山等机械上用的轴承性能需要。这样既缩短生产周期，提高轴承质量，又具有很大的经济效益。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种高强度、高冲击韧性轴承钢，其特征是它的化学组份(按重量百分比)：

C: 0.6-1.0、Si: 0.7-1.8、Mn: 0.3-0.85、Cr: 0.1-1.9、  
Mo: 0.15-0.8、V: 0.15-0.6、W: 0.1-0.6、稀土: 0.01-0.20、S: ≤  
0.025、P ≤ 0.025、其余除不可避免杂质外为 Fe。

2. 根据权利要求 1 所述的高强度、高冲击韧性轴承钢，其特征是它的化学组份(按重量百分比)：

C: 0.6-0.65、Si: 1.0-1.2、Mn: 0.4-0.6、Cr: 0.2-0.4、Mo: 0.5-0.6、  
V: 0.18-0.25、W: 0.1-0.2、稀土: 0.04-0.05、S: ≤ 0.025、P ≤ 0.025、  
其余除不可避免杂质外为 Fe。

3. 根据权利要求 1 所述的高强度、高冲击韧性轴承钢，其特征是它的化学组份(按重量百分比)：

C: 0.65-0.75、Si: 1.2-1.3、Mn: 0.6-0.7、Cr: 0.25-0.35、  
Mo: 0.3-0.5、V: 0.2-0.4、W: 0.31-0.45、稀土: 0.01-0.03、S: ≤  
0.025、P ≤ 0.025、其余除不可避免杂质外为 Fe。

4. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的高强度、高冲击韧性轴承钢，其特征是它的热处理工艺为：对上述成份轴承套圈有效壁厚大于 45mm 以上尺寸段轴承在车加工后采用电频率 1000—8000Hz 高频表面淬火工艺，首先要在车加工前的轴承零件进行调质处理，使零件得到索氏体组织；

调质处理工艺为淬火加高温回火，其中淬火温度为 820—890 °C ± 10°C，保温时间按保温系数 1.2 分/mm 计算，淬火后进行高温回火，高温回火温度 500—540°C ± 10°C，保温时间按工件厚度不同为 2—5 小时，经高温回火后的钢件车加工后再进行高频表面淬火处理，淬火温度为 820—890°C ± 10°C，表面淬火后进行油回火，回火温度为 170—200°C，回火时间按工件有效厚度从 3—6 小时中选择，零件出炉后空冷。

## 一种高强度、高冲击韧性轴承钢及热处理工艺

### 技术领域

本发明属于钢的材料及其处理工艺技术领域，主要涉及高强度、高冲击韧性的轴承钢及适用于该钢种的热处理工艺。

### 背景技术

目前国内生产制造大载荷、重冲击的轴承，如钢厂的轧机，铁路机车车辆，以及矿山、石油等机械上轴承，现有技术是：

1. 采用的材料是 GCr<sub>18</sub>Mo 和渗碳钢中的 20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A, 20Cr<sub>2</sub>NiMoA 等钢材。
2. 轴承生产所用的热处理对 GCr<sub>18</sub>Mo 等是采用等温处理，以获得下贝氏体或下贝加马氏体组织，需要热处理的时间一般在四到五个小时。而对 20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A 等渗碳钢是采用渗碳处理，热处理时间从几十个小时到百八十小时，有的高达 130-190 小时。

它们在车加工前都需要球化处理工序，且费用高。20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A 等渗碳钢的深层渗碳处理渗碳工艺曲线见附图 1。

从附图 1 可以看出，20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A 等渗碳钢的深层渗碳处理的总时间需要 130-190 小时，工艺复杂，生产周期长，从能源到补助材料消耗都很大。目前国内轴承生产上对渗碳钢基本上都采用这种类似工艺。渗碳周期长。

GCr<sub>18</sub>Mo 的等温淬火工艺曲线见附图 2-1、2-2。

采用等温处理对目前已用钢种来讲如果在 Ms 点以上 10℃等温，等温时间需 10 小时方能得到下贝氏体组织，在 Ms 点以上 50-60℃温度等温需等温时间 4 小时，并且等温处理，如果采用盐浴、淬火后尚需增加清洗工件表面盐膜工序，比直接高温淬火复杂。

从目前普遍采用的轴承钢进行等温和渗碳热处理工艺来看，共同存在着生产周期长，能耗大，原材料价格高，生产效率低，热处理工艺复杂等问题。

本发明的目的就是设计一种成本低、效益大、能耗小、寿命高，并可替代渗碳钢的轧机、铁路机车车辆等轴承用的钢材。该钢对于轴承套圈有效壁厚小于 45mm 可以直接用高温淬火处理或对于轴

承套圈有效壁厚大于45mm直接用电频率表面1000—8000Hz高频淬火这一简单热处理工艺，就可获得GCr<sub>18</sub>Mo等温处理或20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A渗碳处理所获得的机械性能，而且有的机械性能，比如 $a_k$ 冲击值，压入塑性变形的抗力等又高于GCr<sub>18</sub>Mo等温处理和20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A渗碳方法所获得的机械性能。

#### 发明内容

本发明的技术方案是这样实现的，它的化学组份（按重量百分比）：C: 0.6-1.0、Si: 0.7-1.8、Mn: 0.3-0.85、Cr: 0.1-1.9、Mo: 0.15-0.8、V: 0.15-0.6、W: 0.1-0.6、稀土: 0.01-0.20、S: ≤0.025、P≤0.025、其余除不可避免杂质外为Fe。

1. 首先考虑到Si、Mn弹簧钢的特性。如果1.2-1.8% Si和0.55-0.85%Mn的渗入，将提高钢材的硬度，提高强度及耐冲击性能，并能增加淬透性及回火稳定性（Si能阻止马氏体分解）。

2. Mo（钼）当有Cr存在的情况下(FeMo)<sub>2</sub>C<sub>6</sub>优先生成，在这种碳化物中，Cr、V都能溶解。在0.5%Mo左右，基本消除钢回火脆，当Mo含量高于0.8%消除回火脆效果不明显。一般合金钢中Mo含量在0.15-0.6%，钼的碳化物在较高温度时，不会全部溶解，由于它弥散分布，故能细化晶粒，提高强度、韧性。

3. V（钒）合金钢中，钒的含量一般不大于0.5%，在0.2-0.5范围内，与Cr、Mn、Si复合作用，提高强度，使弹性极限和比例极限几倍提高，它能提高淬透性，细化晶粒，提高晶粒粗化温度，阻止马氏体分解，增强回火稳定性，特别降低铬、锰的回火脆。

4. C（碳）C含量在0.6%以下，对大壁厚的轴承，其淬透性、淬硬性都不好，为此提高含碳量在0.6-0.8%。如再提高将影响冲击韧性等。

5. W（钨）对轴承寿命有耐磨性，钨在560高温回火，能析出特殊的碳化物，W<sub>2</sub>C弥散分布，这就出现二次硬化，具有红硬性，对提高耐磨性有显著效应。另外，钨不产生回火脆，而且降低Mo、Cr、Ni元素所形成的回火脆。

6. 稀土元素的加入，如：镁、铈等能细化晶粒，提高钢的强度和屈强比，对韧性等都起到良好的作用。

总之，通过以上元素的加入，可以组合成一个高强度、高韧性的新钢种，来满足作用条件恶劣情况下轴承特性的需求。

其热处理工艺为：对上述成份轴承套圈有效壁厚大于 45mm 以上尺寸段轴承在车加工后采用电频率 1000—8000Hz 高频表面淬火工艺，首先要在车加工前的轴承零件进行调质处理，使零件得到索氏体组织；

调质处理工艺为淬火加高温回火，其中淬火温度为 820—890 °C ± 10°C，保温时间按保温系数 1.2 分/mm 计算，淬火后进行高温回火，高温回火温度 500—540°C ± 10°C，保温时间按工件厚度不同为 2—5 小时，经高温回火后的钢件车加工后再进行高频表面淬火处理，淬火温度为 820—890°C ± 10°C，表面淬火后进行油回火，回火温度为 170—200°C，回火时间按工件有效厚度从 3—6 小时中选择，零件出炉后空冷。

本发明的优点和效果是：对于轴承套圈有效壁厚大于 45mm 以上尺寸段，由于采用本发明钢种和热处理工艺，可直接用高频表面淬火处理工艺，不仅方法简单而且达到轴承的使用技术要求。它与传统的工艺方案（等温和渗碳工艺）相比，提高轴承的硬度，提高强度及耐冲击性能。

#### 附图说明

附图 1 为原渗碳钢的深层渗碳处理渗碳工艺曲线图。

附图 2-1 为中大壁厚套圈等温淬火工艺曲线。

附图 2-2 为特大壁厚套圈等温淬火工艺曲线。

附图 3 为本发明调质处理淬火工艺曲线图。

附图 4 本发明调质处理高温回火工艺曲线图。

**具体实施方式** 下面用三个实施例对本发明作进一步说明。

#### 实施例 1

根据本发明的高强度、高冲击韧性轴承钢，该钢种的化学成份为，重量%：C: 0.6—1.0、Si: 0.7—1.8、Mn: 0.3—0.85、Cr: 0.1—1.9、Mo: 0.15—0.8、V: 0.15—0.6、W: 0.1—0.6、稀土: 0.01—0.20、S: ≤ 0.025、P ≤ 0.025、其余除不可避免杂质外为 Fe。

本发明的热处理工艺为：对上述成份轴承套圈有效壁厚大于 45mm 以上尺寸段轴承在车加工后采用电频率 1000—8000Hz 高频调质处理工艺为淬火加高温回火，其中淬火温度为 820—890°C ± 10°C，保温时间按保温系数 1.2 分/mm 计算，淬火后进行高温回火工艺，首先要在车加工前的轴承零件进行调质处理，使零

到索氏体组织。

调质处理工艺为淬火加高温回火，其中淬火温度为 $820-890^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，保温时间按保温系数 $1.2 \text{ 分/mm}$ 计算，淬火后进行高温回火工艺，高温回火温度 $500-540^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，保温时间按工件厚度不同为2—5小时，经高温回火后的钢件车加工后再进行高频表面淬火处理，淬火温度为 $820-890^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，表面淬火后进行油回火，回火温度为 $170-200^{\circ}\text{C}$ ，回火时间按工件有效厚度从3—6小时中选择，零件出炉后空冷。其调质处理淬火和回火工艺曲线分别见附图3、4。)

### 实施例2

根据本发明的另一个实施方案，所说的高强度、高冲击韧性轴承钢具有以下组成，重量%：C: 0.6-0.65、Si: 1.0-1.2、Mn: 0.4-0.6、Cr: 0.2-0.4、Mo: 0.5-0.6、V: 0.18-0.25、W: 0.1-0.2、稀土：0.04-0.05、S:  $\leq 0.025$ 、P:  $\leq 0.025$ 、其余除不可避免杂质外为Fe。其热处理工艺同上。

### 实施例3

根据本发明的另一个实施方案，所说的高强度、高冲击韧性轴承钢具有以下组成，重量%：C: 0.65-0.75、Si: 1.2-1.3、Mn: 0.6-0.7、Cr: 0.25-0.35、Mo: 0.3-0.5、V: 0.2-0.4、W: 0.31-0.45、稀土：0.01-0.03、S:  $\leq 0.025$ 、P:  $\leq 0.025$ 、其余除不可避免杂质外为Fe。其热处理工艺同上。

表1为本发明三个实施例与渗碳钢的机械性能对照表。

表1

项目 钢种	状态	硬 度 HRC (淬)	冲击值 ak (J/cm <sup>2</sup> )	径向负荷 PX (10 <sup>3</sup> N)	拉 伸	
					状态	$\sigma_u$ (Mpa)
20Cr <sub>1</sub> Ni <sub>4</sub> A	渗碳	表面 59-63 心部 33-45		> 80	渗碳	> 1200
实施例1	淬火	60-65	247	74-86	淬火	2550
实施例2	淬火	距元柱表面 12mm > 60 心部 43	243	78-88	淬火	2650
实施例3	淬火	60-65	253	76-85	淬火	2530

- 注：1. 新材料淬火后 HRC 大于下贝氏体，提高耐磨性。  
2. 新材料冲击韧性高于目前轴承钢，适用于大载荷、重冲击工况下用轴承制造。  
3. 新材料径向负荷与渗碳钢和 GCr<sub>13</sub>Mo 相当。  
4. 是高强度、压入塑性形变抗力大的材料（拉伸试验，钳口变形夹不信试样表面无划痕）。

本发明钢种有如下特点：

1. 本钢种发明的抗压负荷 7.8-8.8 吨，为 GCr<sub>13</sub>3.67 吨的 2-2.4 倍，同于 20Cr<sub>2</sub>Ni<sub>4</sub>A 大于等于 8 吨的负荷。
2. 淬火硬度 HRC：用  $\Phi 85 \times 85\text{mm}$  试样，经淬火中剖，测剖面上硬度，距元柱表面 12mm HRC60-64。
3. 冲击韧性

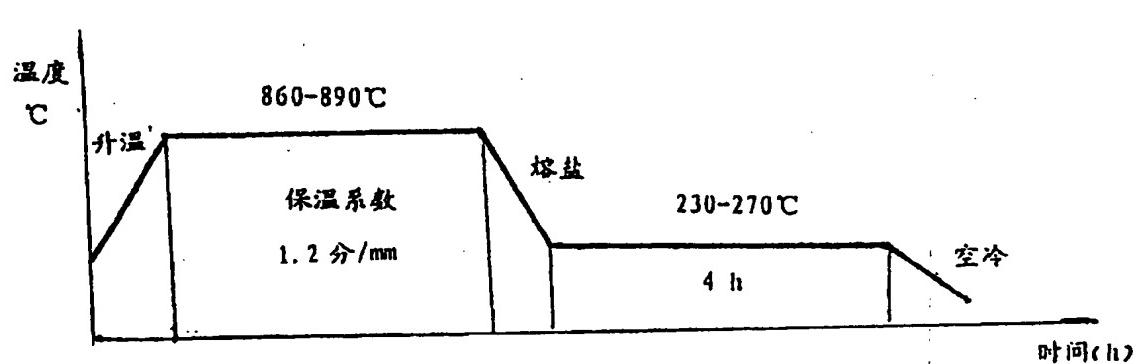
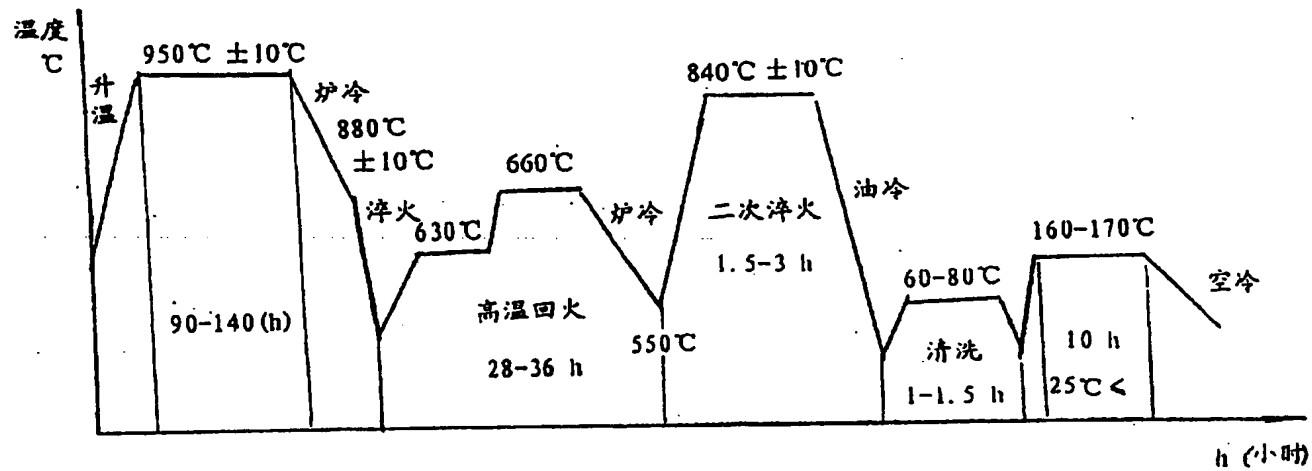
本钢种冲击韧性与多次冲击疲劳强度很高，实验证明本钢种在 HRC 大于 60 条件下，对  $10 \times 10 \times 55$  无缺口试样，一般只能打弯，不能打断。

#### 4. 抗拉强度

本钢种抗拉强度  $\sigma_b$  的数据基本没有测出，只有几支  $\sigma_b=2650\text{Mpa}$  因试样夹入拉力试验机后，拉力试验机的钳口变形，夹不住，而试样本身表面一点划痕没有，说明该材料是一种强度大，压入塑性形变抗力也大的材料。

综上所述

采用本钢种及该钢种的生产工艺制造大载荷、重冲击工况条件下运行的轧机、铁路、石油、矿山等机械上轴承，它的主要特征是：不需要采用等温或渗碳等复杂的热处理工艺，而是直接用高温处理或用该钢种索氏体通过高频表面淬火的简单处理工艺，既可达到大载荷、重冲击工况条件下运行的轧机，铁路、石油、矿山等机械上用的轴承性能需要。并且有的性能即冲击韧性、耐磨性、压入塑性变形抗力等还高于等温处理及渗碳处理所能达到的性能。这样既缩短生产周期，提高轴承质量，又具有很大的经济效益。



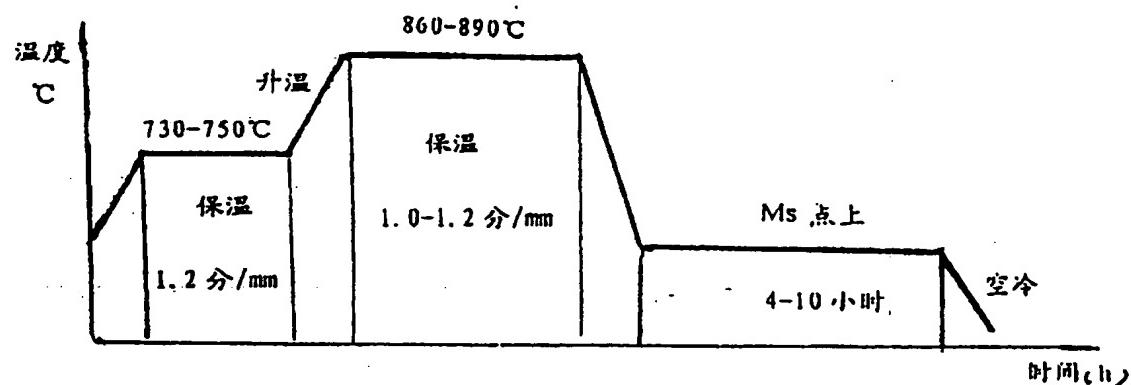


图 2-2

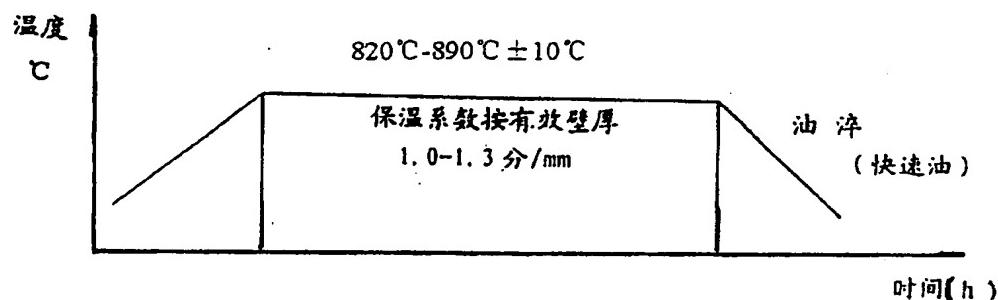


图 3

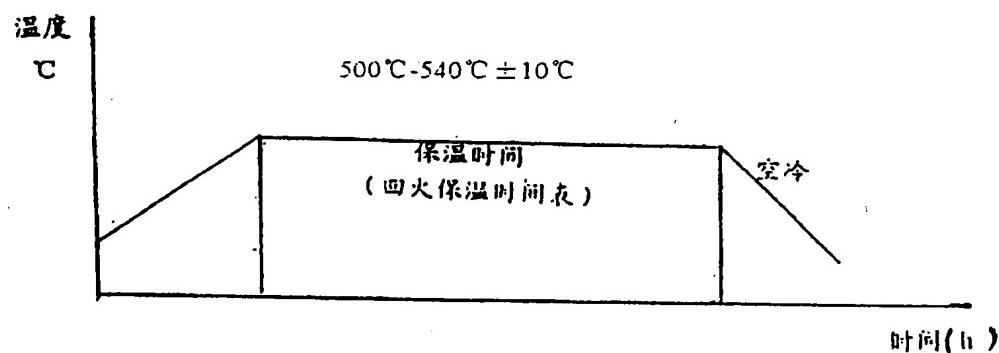


图 4